

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4779301号
(P4779301)

(45) 発行日 平成23年9月28日(2011.9.28)

(24) 登録日 平成23年7月15日(2011.7.15)

(51) Int. Cl. F 1
 HO 1 M 8/04 (2006.01) HO 1 M 8/04 J

請求項の数 6 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2004-33257 (P2004-33257) (22) 出願日 平成16年2月10日 (2004.2.10) (65) 公開番号 特開2005-228491 (P2005-228491A) (43) 公開日 平成17年8月25日 (2005.8.25) 審査請求日 平成19年1月9日 (2007.1.9)</p>	<p>(73) 特許権者 000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地 (74) 代理人 100107331 弁理士 中村 聡延 (74) 代理人 100099645 弁理士 山本 晃司 (74) 代理人 100104765 弁理士 江上 達夫 (72) 発明者 片野 剛司 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内 審査官 竹下 晋司</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アノード極とカソード極が配設され、供給される燃料ガスから電力を生成する燃料電池スタックを備えた燃料電池システムであって、

前記アノード極に前記燃料ガスを供給する第1の供給路及び第2の供給路と、

前記第2の供給路に接続され、前記アノード極から排気を排出する排気路と、

前記第1の供給路を通過する燃料ガスの流量、及び前記第2の供給路を通過する燃料ガスの流量を制御する流量制御手段と、

前記排気路を開閉する開閉手段と、を有し、

前記流量制御手段は、前記排気路が閉であるときに、前記第1の供給路を通過する流量と前記第2の供給路を通過する流量との流量比が変化するように制御することを特徴とする燃料電池システム。

10

【請求項 2】

前記排気路は、前記開閉手段が開のときにおける、前記燃料電池スタック内の燃料ガスの最下流位置に設けられていることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項 3】

前記流量制御手段は、通過する燃料ガスの流量が、間欠的に変化するように制御することを特徴とする請求項1又は2に記載の燃料電池システム。

【請求項 4】

前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路に燃料ガスの供給を開始す

20

る時間をずらすことを特徴とする請求項 3 に記載の燃料電池システム。

【請求項 5】

前記燃料電池スタックの状態に基づいて、前記燃料電池スタックに供給すべき前記燃料ガスの流量を算出する流量算出手段を備え、

前記流量制御手段は、前記第 1 の供給路と前記第 2 の供給路から前記アノード極に供給される前記燃料ガスの流量の合計が前記流量算出手段により算出された流量となるように前記燃料ガスの流量を制御することを特徴とする請求項 1 及至 4 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【請求項 6】

前記第 2 の供給路は、前記燃料電池スタックと前記開閉手段との間の前記排気路に接続されていることを特徴とする請求項 1 及至 5 のいずれか一項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料電池システムに関し、特に燃料ガスの利用効率向上に関する。

【背景技術】

【0002】

燃料電池自動車などに搭載される燃料電池システムが知られている。燃料電池システムは、アノード極（即ち、水素極又は燃料極）とカソード極（即ち、酸素極）から構成される燃料電池スタックを本体として、アノード極に供給する水素等の燃料ガスを貯蔵したタンクや、未使用の燃料ガスを含む排ガスを元のアノード極に戻すためのポンプ等が付設されたシステムである。燃料電池スタックでは、水素と空気に含まれる酸素が反応して電力が生成される。

【0003】

ここで、燃料電池システムでは、電池反応が進むにつれてカソード極から酸化ガス中の窒素や加湿用の水分が電解質膜を通りアノード極側へとしみ出してくる。このため、窒素や水蒸気（以下、これらを合わせて「不純物」とも呼ぶ）の分圧が上昇して排気中の未使用の燃料量ガスの濃度が低下して、燃料電池スタックの発電能力が低下してしまう。

【0004】

そこで、例えば特許文献 1 には、燃料電池スタックの発電能力が低下したと判断された時に、アノード極側の排気路に配設された開閉バルブを開き（即ち、「水素パージ」）、未使用のガスと不純物を含んだガスを下流側に設けた副燃料電池スタックに供給するという技術が記載されている。また、特許文献 2 には、燃料電池スタックの出力電圧が低下すると判断される場合に、排出口に設けた遮断弁を開とすることにより、燃料電池スタック内の燃料ガスが供給される供給路に存在する不純物を外部に放出するという技術が記載されている。その他にも、特許文献 3 には、供給口と排出口を複数有する燃料電池システムにおいて、面内での燃料ガスの拡散のために複数の供給口から燃料を供給するという技術が記載されている。

【0005】

しかしながら、上記の燃料電池システムでは、燃料電池スタック内において不純物が一箇所に蓄積してしまい、燃料電池スタック全体での発電効率が低下する場合があった。まう、このような発電効率の低下を防ぐために、水素パージ量が増加してしまう場合があった。

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 77506 号公報

【特許文献 2】特開平 9 - 312167 号公報

【特許文献 3】特開平 11 - 144753 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

10

20

30

40

50

本発明は、このような問題点を解決するためになされたもので、その目的とするところは、燃料電池スタック内において不純物が一箇所に蓄積するのを防止して、燃料の利用効率向上が可能な燃料電池システムを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の1つの観点では、アノード極とカソード極が配設され、供給される燃料ガスから電力を生成する燃料電池スタックを備えた燃料電池システムは、前記アノード極に前記燃料ガスを供給する第1の供給路及び第2の供給路と、前記第2の供給路に接続され、前記アノード極から排気を排出する排気路と、前記第1の供給路を通過する燃料ガスの流量、及び前記第2の供給路を通過する燃料ガスの流量を制御する流量制御手段と、前記排気路を開閉する開閉手段と、を有し、前記流量制御手段は、前記排気路が閉であるときに、前記第1の供給路を通過する流量と前記第2の供給路を通過する流量との流量比が変化するように制御する。

10

【0009】

上記の燃料電池システムは、燃料電池自動車などに搭載される。燃料電池スタックはアノード極とカソード極から構成され、アノード極に供給する水素などの燃料ガスとカソード極に供給する空気（即ち、酸素）にて電力を生成する。上記の燃料電池システムでは、アノード極に燃料ガスを供給する2つの供給路（第1の供給路と第2の供給路）を備える。また、2つの供給路を通過する燃料ガスの流量を制御する流量制御手段も備える。更に、第2の供給路に接続され、アノード極より排気を排出する排気路を備え、この排気路上には例えばバルブなどの開閉手段が設けてある。上記の燃料電池システムでは、排気路に設けた開閉手段が閉であるときに、上述の供給路に設けた流量制御手段は、第1供給路と第2の供給路の流量比が時間的に変化するように制御を行う。これにより、アノード極に2つの供給路が配設される場所（以下、「供給口」と呼ぶ）の間で、アノード極内の燃料ガスの最下流位置を変化させることができる。よって、窒素などの不純物を、供給口の間で拡散させることができる。したがって、不純物の排出のための水素パーcentage量を減らすことができ、燃料の利用効率向上を図ることができる。また、燃料ガスの最下流位置を変化させることにより不純物の拡散だけでなく、結露水の拡散も行われる。これにより、アノード極内でフラッシングを防止することができる。更に、この結露水を燃料電池スタック内の加湿水として効果的に利用することができる。これにより、燃料電池スタックのドライアウトを防止することもできる。

20

30

【0010】

上記の燃料電池システムの一態様では、前記排気路は、前記開閉手段が開のときにおける、前記燃料電池スタック内の燃料ガスの最下流位置に設けられている。排気路に設けた開閉手段を開とすると、アノード極内の不純物は未使用の水素と共に排出される。上記の燃料電池システムでは、排気路は、開閉手段が開のときにおける、燃料電池スタック内の燃料ガスの最下流位置に設けられている。これにより、効果的に不純物を排出することができる。

【0011】

上記の燃料電池システムの他の一態様では、前記流量制御手段は、通過する燃料ガスの流量が、間欠的に変化するように制御する。例えば、水素を供給するバルブの開閉を間欠的に制御する。好ましくは、前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路に燃料ガスの供給を開始する時間をずらす。これにより、燃料ガスの流れに脈動を生じさせてアノード極内の最下流位置を細かく制御することができ、不純物を効果的に拡散させることができる。

40

【0012】

上記の燃料電池システムの他の一態様では、前記燃料電池スタックの状態に基づいて、前記燃料電池スタックに供給すべき前記燃料ガスの流量を算出する流量算出手段を備え、前記流量制御手段は、前記第1の供給路と前記第2の供給路から前記アノード極に供給される前記燃料ガスの流量の合計が前記流量算出手段により算出された流量となるように前

50

記燃料ガスの流量を制御する。これにより、必要な流量の水素を燃料電池スタックに供給し、必要な発電量を確保することができる。

【0013】

上記の燃料電池システムの他の一態様では、前記第2の供給路は、前記燃料スタックと前記開閉手段との間の前記排気路にバイパスされている。これにより、アノード極内の水素の最下流位置を燃料電池スタックのほぼ全体にわたって広範囲に移動させることができる。よって、アノード極内の不純物も広範囲に拡散し、水素パーcentage量を更に削減することができる。更に、アノード極の面内の発電分布をより均一化することができるので、燃料電池スタックの耐久性も向上させることができる。このとき、好ましくは、第2の供給路に設けたバルブから第2の供給路と排気路の接点までの流路の容積が小さくなるように構成される。これにより、排出される未使用の水素の量を増加させることなく、排出する不純物の量を増加させることができる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施の形態について説明する。

【0015】

[燃料電池システムの構成]

図1は、本発明の1つの実施形態に係る燃料電池システムを示す構成概略図である。

【0016】

図1において燃料電池システム100は、主に、燃料電池スタック10と、燃料タンク20と、ECU(Engine Control Unit)40と、バルブ22、23、24と、水素供給路30、32と、水素供給口31、33と、水素排気路34と、空気供給路36と、空気供給口37と、空気排出口38と、空気排気路39と、を備えている。燃料電池システム100は、燃料電池自動車(以下、単に「車両」と呼ぶ)などに搭載される。

20

【0017】

燃料電池スタック10は、電解質膜16の両面に、ガスが拡散可能な多孔質層等の構造を有する電極を成膜した電池セルを、層間に導電性のセパレータを挟んで積層したもので、積層数に応じた出力電圧を取り出すことができる。図中には、説明の便宜のため電解質膜16面にカソード極(空気極)12と、アノード極(燃料極)14が形成された電池セルの構造のみを示している。

30

【0018】

燃料電池スタック10は、車両駆動用のモータの給電源であり、300V程度の直流の高電圧を発生するようになっている。燃料電池スタック10の発電電圧は、モータに指令トルク等に応じた電流を供給する図示しないインバータなどに出力されるようになっている。また、燃料電池スタック10の発電電圧は、DC-DCコンバータで降圧されて、車両に搭載される種々の補機や、これらへの給電用の二次電池であるバッテリーに出力されるようになっている。

【0019】

本実施形態においては、燃料電池スタック10には、水素供給口31、33の2箇所から燃料ガス(以下、単に「水素」と呼ぶ)が供給されるようになっている。燃料タンク20より供給される水素は、水素供給路30を通過する水素と水素供給路32を通過する水素とに分割されて、水素供給口31、33からそれぞれアノード極14へ供給される。水素供給路30は第1の供給路として機能し、水素供給路32は第2の供給路として機能する。

40

【0020】

水素供給路30、32には、それぞれ通過する水素の流量を制御する流量制御弁であるバルブ22とバルブ23が設けられている。バルブ22、23は、電磁式の2方弁であり、それぞれECU40からの制御信号(制御パルス信号など)S11、S12により制御される(以下、この制御を「流量制御」とも呼ぶ)。バルブ22、23は、電磁弁のソレノイドコイルへ通電される制御パルスのデューティ比により、弁の開閉が行われる。よっ

50

て、上記の制御信号S 1 1、S 1 2に基づいて、バルブ2 2及びバルブ2 3を通過する水素の流量が制御される。なお、制御信号S 1 1、S 1 2については、詳細は後述する。

【0 0 2 1】

なお、バルブ2 2、2 3は、ステップモータ等のモータにて構成された、開度量の調節が可能な装置としてもよい。この場合、ECU 4 0は、バルブ2 2、2 3が設定されるべき開度量に対応した制御信号S 1 1、S 1 2を、バルブ2 2とバルブ2 3へ入力することとなる。

【0 0 2 2】

バルブ2 3と水素供給口3 3の間の水素供給路3 2には、水素排気路3 4が接続されている。更に、水素排気路3 4上にはバルブ3 4が設けられている。バルブ3 4は、ECU 4 0から供給される制御信号S 1 3によって制御される。これにより、バルブ3 4の開閉、又は開度量の調節が行われる。バルブ3 4の開閉、又は開度量の調節が行われることにより、水素排気路3 4を通過するガス（即ち、未使用の水素や、前述した不純物などを含むガスであり、以下単に「排気」とも呼ぶ）の流量が制御される。バルブ3 4が閉であるときは水素排気路3 4には排気は通過しないが、バルブ3 4が開であるときはアノード極1 4から排出される排気が水素排気路3 4より排出されるようになっている。

10

【0 0 2 3】

空気は、矢印5 8で示すように空気供給路3 6を通過して、空気供給口3 7よりカソード極1 2に供給される。そして、カソード極1 2から排出される空気は、空気排出口3 8から矢印5 9で示すように空気排気路3 9を通過して排出される。

20

【0 0 2 4】

ECU 4 0は、図示しないCPU、ROM、RAM、A/D変換器及び入出力インタフェースなどを含んで構成される。ECU 4 0は、前述したように、バルブ2 2、2 3、2 4に制御信号S 1 1、S 1 2、S 1 3を供給することで、弁の開閉、又は開度量の調節を行う。この際には、ECU 4 0は、車両の運転状態や現在のバルブの状態などに基づいて制御信号S 1 1、S 1 2、S 1 3を決定する。ECU 4 0が行う具体的な流量制御については、詳細は後述する。

【0 0 2 5】

次に、上記のバルブ2 2、2 3、2 4を制御して通過する流量を変化させたときの、燃料電池スタック1 0内のガスの流れ等について、図2乃至5を用いて説明する。

30

【0 0 2 6】

図2は、バルブ2 2、2 3、2 4を制御したときの水素供給路3 0、3 2、及び水素排気路3 4のガスの流れについて示した図である。

【0 0 2 7】

図2(a)は、バルブ2 2とバルブ2 3を開とし、バルブ2 4を閉としたときの水素の流れを示した図である。ここで、バルブ2 2に対する制御パルスのデューティ比は、バルブ2 3に対する制御パルスのデューティ比よりも大きいものとする。即ち、バルブ2 2を通過する燃料ガスの流量の方が、バルブ2 3を通過する燃料ガスの流量より大きいものとする。図示のように、燃料タンク2 0より供給される水素（符号5 0で示す）は、水素供給路3 0を通過する矢印5 1で示す水素と、水素供給路3 2を通過する矢印5 2で示す水素に分割され、それぞれ水素供給口3 1と水素供給口3 3からアノード極1 4内に流れ込む。したがって、アノード極1 4内では、矢印5 3と矢印5 4で示す双方向の流れが生じている。この場合には、水素排気路3 4にはガスは流れない。

40

【0 0 2 8】

図2(b)は、バルブ2 2を開とし、バルブ2 3を閉とし、バルブ2 4を開としたときの水素の流れを示した図である。図示のように、燃料タンク2 0より供給された水素（矢印5 0で示す）は、バルブ2 2のみを通過する。そして、アノード極1 4内では、矢印5 3で示す一方向の流れが生じている。燃料電池スタック1 0にて反応に使用されなかった水素やアノード極1 4内の窒素等の不純物（即ち、排気）は、矢印5 5で示すように水素供給口3 3より排出される。そして、この排気は、矢印5 6で示すように水素排気路3 4

50

を通過して排出される。本実施形態に係る燃料電池システム100では、水素排気路34が、バルブ24が開のときの水素の最下流位置となる場所に設けられている。これにより、アノード極14内の不純物を、効率よく排出することができる。なお、図2(b)ではバルブ23を閉とした例を示したが、バルブ23を開としていても、上記したように水素排気路34からガスを排出することができる。

【0029】

次に、図2の切断線X-X'に沿ったアノード極14の断面図を示す図3を用いて、アノード極14内の水素の流れについて詳しく説明する。

【0030】

図3(a)は、バルブ22をデューティ比30%で制御し、バルブ23をデューティ比10%で制御した場合を示す。アノード極14の紙面の上に記載した数字は、水素の量(言い換えると、水素の流速)を示す。図示のように、バルブ22から供給される水素(矢印53で示す)と、バルブ23から供給される水素(矢印54で示す)は、アノード極14にて反応に使用された結果、符号60に示す位置にて水素の量が0になる。この位置は、水素の流速が0となる最下流位置である。

10

【0031】

図3(b)は、バルブ22をデューティ比10%で制御し、バルブ23をデューティ比30%で制御した場合を示す。図示のように、最下流位置60は、図3(a)に示したもののよりも紙面の右に移動することがわかる。

【0032】

20

図4も、図2に示した切断線X-X'に沿ったアノード極14の断面図である。図4を用いて、アノード極14内の不純物の状態などについて説明する。

【0033】

図4(a)は、一般的に用いられている燃料電池システムに関して、アノード極14内の不純物が蓄積する様子を示した図である。この場合、アノード極14には、バルブ22のみから水素を供給する(矢印51で示す)。よって、アノード極14内には一方向の水素の流れが生じる。これにより、水素の最下流位置は、アノード極14の端部に固定される。これにより、図示のように、不純物62は最下流位置に蓄積してしまう。

【0034】

図4(b)は、本実施形態に係る燃料電池システム100に関して、アノード極14内の不純物が蓄積する様子を示した図である。本実施形態に係る燃料電池システム100においては、アノード極14に2方向から水素を供給する。更に、図3を用いて説明したように、バルブ22とバルブ23のデューティ比を制御することにより、アノード極14内の水素の最下流位置60を変化させることができる。したがって、不純物63は一箇所に固定されずに、図4(b)に示すようにアノード極14の略全体に拡散される。

30

【0035】

なお、本実施形態に係る燃料電池システムでは、上記した不純物の拡散だけでなく、同時に結露水の拡散も行うことができる。これにより、アノード極14内でフラッシングを防止することができる。更に、この結露水を燃料電池スタック10内の加湿水として効果的に利用することができる。これにより、燃料電池スタック10のドライアウトを防止

40

【0036】

図5に、アノード極14内の不純物の濃度と燃料電池スタック10の出力電圧の関係について示す。不純物濃度に対する燃料電池スタック10の出力電圧の関係は、概ね特性曲線A1で示すような関係がある。図示のように、不純物がある一定の濃度に達すると、燃料電池スタック10の出力電圧が極端に減少することがわかる。

【0037】

図5の特性を考慮に入れて、再度、図4について説明を行う。

【0038】

図4(a)に示したように不純物62が一箇所に蓄積されてしまうと、その箇所の出力

50

電圧が極度に低下してしまうことがわかる。よって、燃料電池スタック 10 全体の出力性能も大きく低下してしまう場合がある。そこで、一般的には適度に水素パーージを行って、燃料電池スタック 10 全体の出力性能の低下を防止している。

【 0 0 3 9 】

一方、図 4 (b) に示したように不純物 6 3 を拡散すると、単位体積あたりの不純物濃度は低い。そのため、燃料電池スタック 10 全体の出力性能が著しく低下してしまうような状態には達しにくい。これにより、アノード極 1 4 内の不純物 6 3 を排出するために、ガスの排出 (本実施形態の場合、バルブ 2 4 を開にして行う) を行う回数を減らすことができる。即ち、水素のパーージ量を減らすことができる。また、アノード極 1 4 の面内の発電分布をより均一化することができるので、燃料電池スタック 10 の耐久性も向上させることができる。

10

【 0 0 4 0 】

なお、上記した燃料電池システム 1 0 0 では、バルブ 2 3 とバルブ 2 4 の間の流路の容積が小さくなるように構成されることが好ましい。即ち、バルブ 2 3 とバルブ 2 4 の流路間の距離が短くなるように構成することが好ましい。これは、水素のパーージ時に、排出される水素の量が同一である場合と比較したとき、上記の流路容積が少ない方が不純物をより多く排出できるからである。言い換えれば、バルブ 2 3 とバルブ 2 4 との間の流路は、水素パーージ時にバルブ 2 4 を開として不純物を排出する際、不純物溜まりとなる部分であるので、この流路容積を小さくすることにより、不純物を確実に排出することが可能となる。

20

【 0 0 4 1 】

また、バルブ 2 2 とバルブ 2 3 の各々の通過可能最大流量は、燃料電池スタック 1 0 が要求する最大流量の半分以上であるか、又はこれらの合計値が要求する最大流量以上であることが好ましい。このように各バルブを構成することにより、要求に見合った発電量が確保される。

【 0 0 4 2 】

なお、上記の実施形態では、燃料電池システムにおいて、バルブ 2 2 とバルブ 2 3 に入力する制御信号 S 1 1 と S 1 2 のデューティ比を変えて流量制御を行っている。これに加えて、制御信号 S 1 1 と S 1 2 に位相差を付与することによって、バルブ 2 2 とバルブ 2 3 を通過してアノード極 1 4 へ流入する水素の流れに脈動を生じさせることができる。図 6 は、E C U 4 0 がバルブ 2 2 とバルブ 2 3 へ供給する制御信号 S 1 1 と S 1 2 の具体例である。なお、図 6 においては説明の便宜上、バルブ 2 2 と 2 3 のデューティ比が等しい場合について示している。図 6 において、上図にバルブ 2 2 への制御信号 S 1 1 を示し、下図にバルブ 2 3 への制御信号 S 1 2 を示す。図示のように、制御信号 S 1 1 と制御信号 S 1 2 の間には、位相差 p が付与されている。このような流量制御によって、アノード極 1 4 内に水素の流れの脈動を生じさせることができる。これによって、アノード極 1 4 内の不純物の拡散、フラッシング及びドライアウトの防止を、更に効果的に実現することができる。

30

【 0 0 4 3 】

なお、前述のように、バルブ 2 2、2 3 が開度量の調節が可能な装置である場合は、E C U 4 0 は、バルブ 2 2、2 3 の開度量を調節することによって、アノード極 1 4 内で不純物が拡散されるように流量制御を行ってもよい。

40

【 0 0 4 4 】

[流量制御処理]

次に、本実施形態に係る流量制御処理について説明する。なお、流量制御処理は、E C U 4 0 が主体となって行う。また、流量制御処理は、燃料電池スタック 1 0 の使用中に所定の周期で繰り返し実行される。

【 0 0 4 5 】

図 7 は、本実施形態に係る流量制御処理を示すフローチャートである。

【 0 0 4 6 】

50

まず、ステップS 1 1では、ECU 4 0は、アノード極 1 4に供給すべき水素の流量を算出する。ECU 4 0は、燃料電池スタック 1 0の現在の発電量などに基づいて、供給すべき水素の流量を算出する。即ち、ECU 4 0は、アノード極 1 4に供給すべき燃料ガスの流量を算出する流量算出手段として機能する。以上の処理が終了すると、処理はステップS 1 2に進む。

【 0 0 4 7 】

ステップS 1 2では、ECU 4 0は、バルブ 2 2とバルブ 2 3を通過すべき水素の流量のタイムチャートを示す運転マップを呼び出す。ECU 2 0内のメモリなどには、予め数種類の運転マップが記憶されている。ECU 2 0は、ステップS 1 1にて算出された供給すべき水素の量に基づいて、これらの中から最適な運転マップを呼び出す。

10

【 0 0 4 8 】

図 8 に、運転マップの具体例を示す。曲線 C 1 はバルブ 2 2 を通過すべき水素の流量を示し、曲線 C 2 はバルブ 2 3 を通過すべき水素の流量を示すものとする。この運転マップは、当該フローを再度実行したときにアノード極 1 4 に供給すべき水素の量が同じである場合は、前回用いた波形を繰り返して用いることができる。即ち、バルブ 2 2 とバルブ 2 3 を通過する水素の流量は周期的に変化することになる。なお、任意の時刻 T における、バルブ 2 2 を通過すべき水素の流量 q_1 とバルブ 2 3 を通過すべき水素の流量 q_2 とを加算した流量は、ステップS 1 1 にて算出されたアノード極 1 4 に供給すべき水素の流量に一致する。

【 0 0 4 9 】

20

図 7 に戻って、流量制御処理について説明する。以上のようなステップS 1 2 の処理が終了すると、処理はステップS 1 3 に進む。ステップS 1 3 では、ECU 4 0 は、現状におけるバルブ 2 2 とバルブ 2 3 の状態を読み込む。例えば、ECU 4 0 は、現状のバルブ 2 2 とバルブ 2 3 の開閉状態を読み込む。即ち、バルブ 2 2 とバルブ 2 3 が開であるのか、又は閉であるのかを取得する。以上の処理が終了すると、処理はステップS 1 4 に進む。

【 0 0 5 0 】

ステップS 1 4 では、ECU 4 0 は、ステップS 1 3 にて取得した現状のバルブ 2 2 とバルブ 2 3 の状態に基づいて、ステップS 1 2 にて呼び出した運転マップ上の運転開始位置を決定する。そして、処理はステップS 1 5 に進む。

30

【 0 0 5 1 】

ステップS 1 5 では、ECU 4 0 は、ステップS 1 2 にて呼び出した運転マップに示される流量に従って、ステップS 1 4 で決定された運転開始位置からバルブ 2 2 とバルブ 2 3 の制御を実行する。

【 0 0 5 2 】

以上のように、ECU 4 0 が、予め用意された運転マップに従ってバルブ 2 2 とバルブ 2 3 を通過すべき水素の流量を制御することにより、アノード極 1 4 内の不純物を効果的に拡散させることができる。これにより、水素パージ量を削減することができるため、燃料電池スタック 1 0 の利用効率が向上する。

【 0 0 5 3 】

40

[変形例]

以下では、前述した燃料電池システム 1 0 0 の構成に関する変形例について示す。

【 0 0 5 4 】

図 9 は、本発明の変形例に係る燃料電池システム 1 0 2 の構成概略を示すブロック図である。燃料電池システム 1 0 2 は、基本的な構成は燃料電池システム 1 0 0 と同様である。また、アノード極 1 4 に 2 箇所の供給口から水素を供給する点でも同様であるが、アノード極 1 4 に水素を供給する水素供給系におけるバルブの配置や構成要素などが異なる。よって、以下では主に、燃料電池システム 1 0 2 の水素供給系について説明する。燃料電池システム 1 0 2 の水素供給系は、バルブ 7 2、7 3、7 4、7 5、7 6 と、ポンプ 7 7、7 8 と、流路 8 0、8 1、8 2、8 3、8 4 と、から構成される。バルブ 7 1 は調圧弁

50

であり、バルブ 72、73、74 は二方弁であり、バルブ 75、77 は逆止弁である。バルブ 72 は流路 80 上に設けられ、バルブ 73 は流路 81 上に設けられ、バルブ 74 は流路 84 上に設けられる。流路 80 と流路 81 は、流路 82、83 にてバイパスされている。流路 82 には逆止弁 75 とポンプ 78 が設けられ、流路 83 にはポンプ 77 と逆止弁 76 が設けられている。

【0055】

図 1 に示した燃料電池システム 100 においては、流量調整機能を有するバルブ 22 及び 23 によりアノード極 14 へ供給される水素流量を調整している。これに対し、図 9 の例では、バルブ 72 及び 73 は流量調整機能を有しない開閉弁である。バルブ 72、ポンプ 78 及び逆止弁 75 の組み合わせにより水素供給口 31 からアノード極 14 への水素流量が制御され、バルブ 73、ポンプ 77 及び逆止弁 76 の組み合わせにより水素供給口 33 からアノード極 14 への水素流量が制御される。即ち、ポンプ 77 及び 78 の出力を制御することにより水素の流量が制御される。なお、上記のバルブとポンプは、図示しない ECU によって制御される。

10

【0056】

図 10 は、本発明の他の変形例に係る燃料電池システム 103 の構成概略を示すブロック図である。この変形例でも、アノード極 14 に水素を供給する水素供給系におけるバルブの配置や構成要素などが、前述した燃料電池システム 100 とは異なる。よって、以下では主に、燃料電池システム 103 の水素供給系について説明する。燃料電池システム 103 の水素供給系は、バルブ 86、87、88、89 と、ポンプ 90 と、流路 91、92、93、94 と、から構成される。バルブ 86 は調圧弁であり、バルブ 87 は二方弁であり、バルブ 88、89 は三方弁である。バルブ 86、88 は流路 91 に設けられ、バルブ 87、89 は流路 92 に設けられている。流路 91 と流路 92 は、バルブ 88 とバルブ 89 を介して流路 93 にてバイパスされ、更にポンプが設けられた流路 94 にてバイパスされている。

20

【0057】

図 1 に示した燃料電池システム 100 においては、流量調整機能を有するバルブ 22 及び 23 によりアノード極 14 へ供給される水素流量を調整している。これに対し、図 9 の例では、三方弁であるバルブ 88、89 及びポンプ 90 により、図中の矢印のようにアノード極 14 への水素流量が制御される。即ち、ポンプ 90 の出力及びバルブ 88 及び 89 の開閉方向を制御することにより水素の流量が制御される。なお、上記のバルブとポンプは、図示しない ECU によって制御される。

30

【0058】

以上のように、変形例に係る燃料電池システム 102 及び燃料電池システム 103 によっても、アノード極 14 内に 2 箇所から水素を供給し、この供給する水素の流量を制御することでアノード極 14 内の不純物を拡散させることができる。したがって、水素パージ量の削減が可能となり、燃料の利用効率向上に繋がる。また、燃料電池スタック 10 内のフラッシング及びドライアウトを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【0059】

【図 1】本発明の実施形態に係る燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

【図 2】バルブを制御した時の、流路内の水素の流れを示す図である。

【図 3】バルブを制御した時の、アノード極内の水素の流れを示す図である

【図 4】アノード極内の不純物の状態などについて示した図である。

【図 5】アノード極内の不純物濃度と燃料電池スタックの出力電圧の関係を示す図である。

。

【図 6】バルブを制御する制御信号の一例について示す図である。

【図 7】本発明の実施形態に係る流量制御処理を示すフローチャートである。

【図 8】流量制御処理に用いる運転マップの一例を示す図である。

【図 9】本発明の変形例に係る燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

40

50

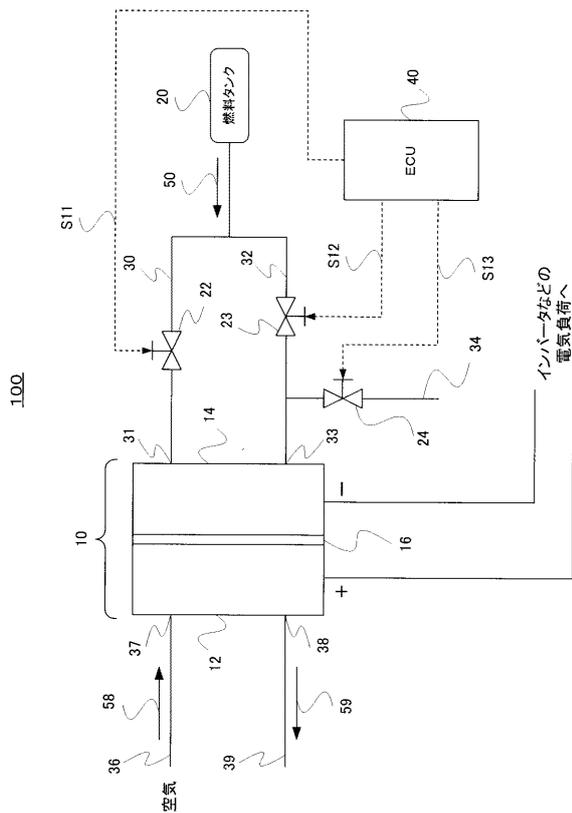
【図10】本発明の他の変形例に係る燃料電池システムの概略構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

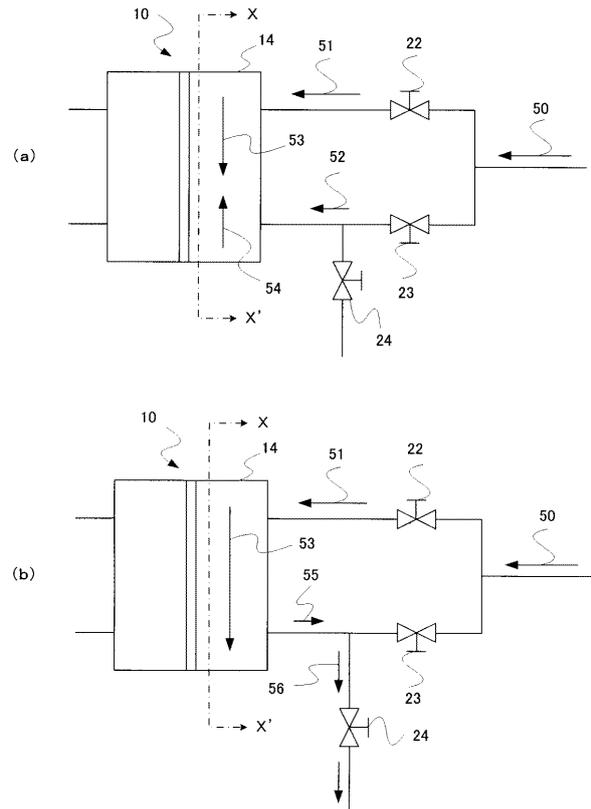
【0060】

- 10 燃料電池スタック
- 12 カソード極
- 14 アノード極
- 20 燃料タンク
- 22、23、24 バルブ
- 30、32 水素供給路
- 31、33 水素供給口
- 34 水素排气路
- 40 ECU (Engine Control Unit)
- 100、102、103 燃料電池システム

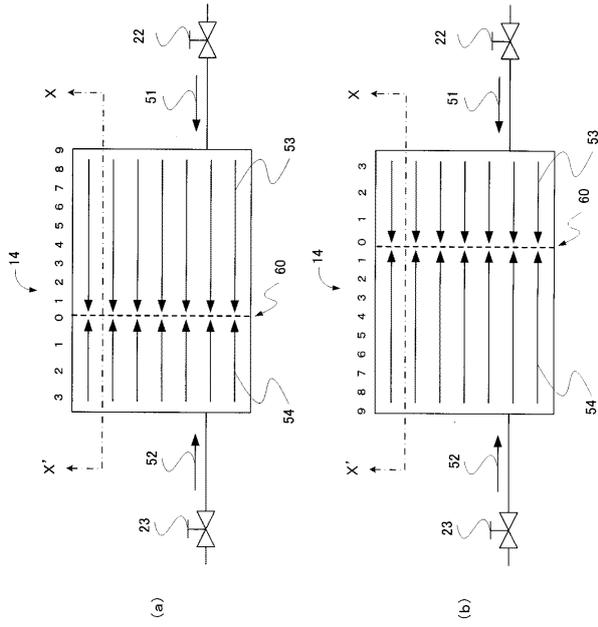
【図1】



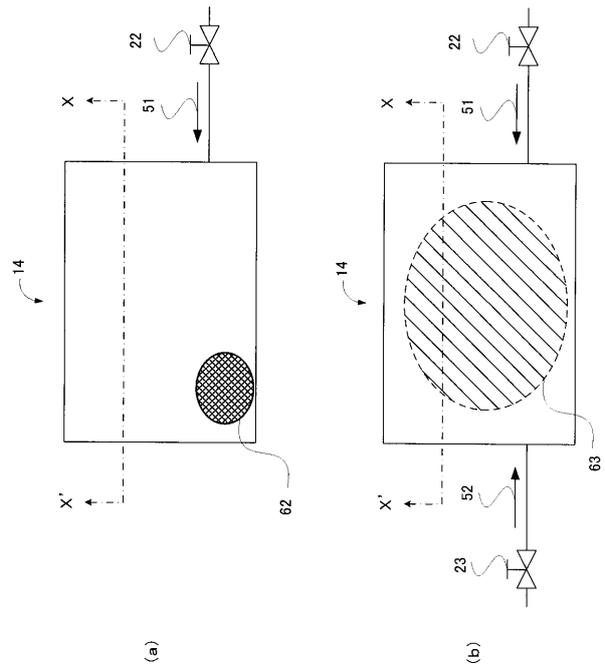
【図2】



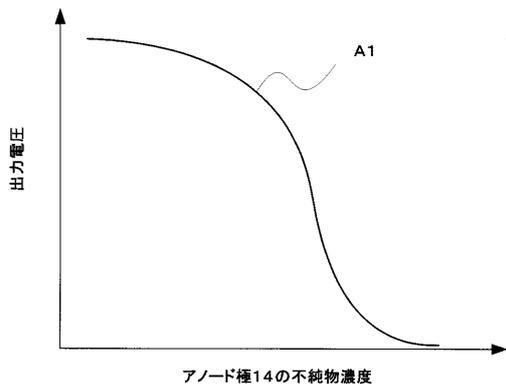
【図3】



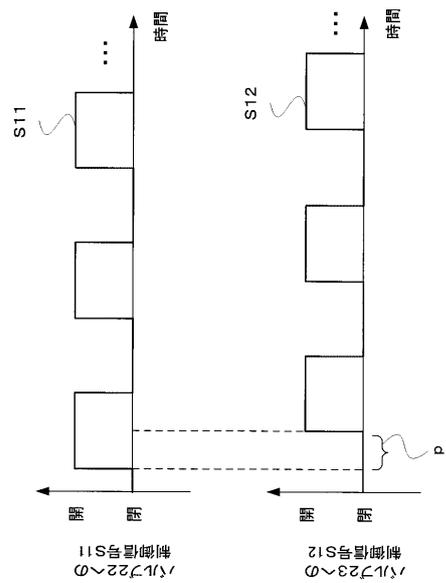
【図4】



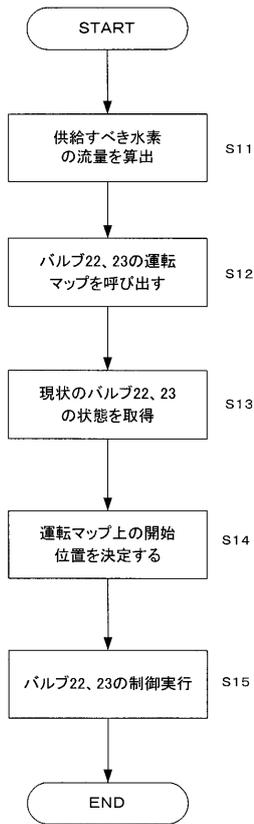
【図5】



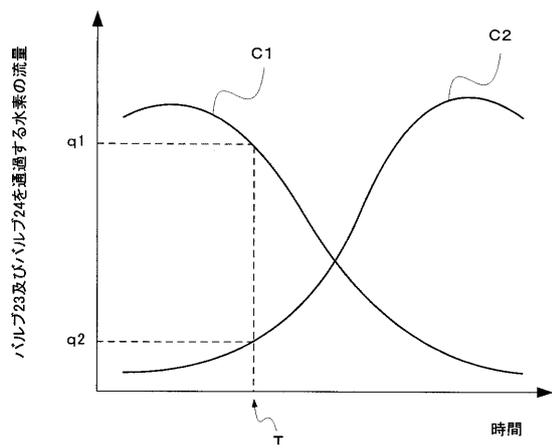
【図6】



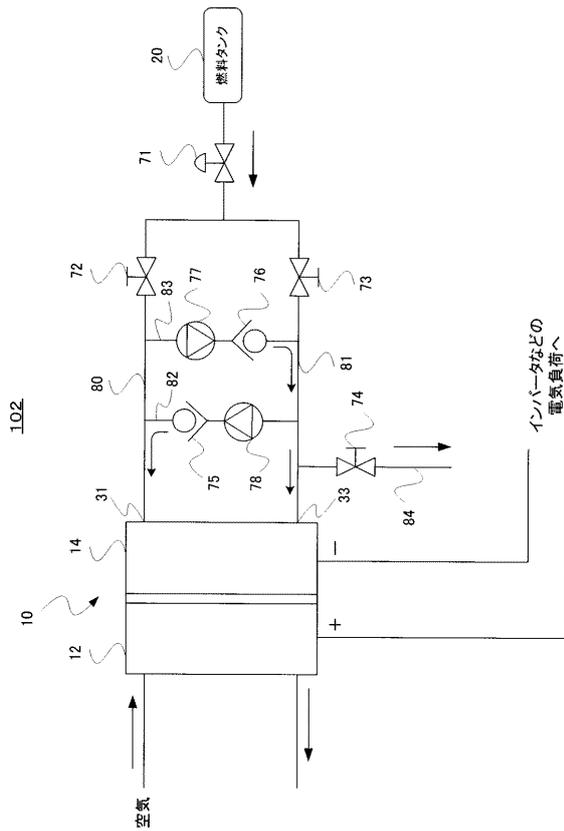
【図7】



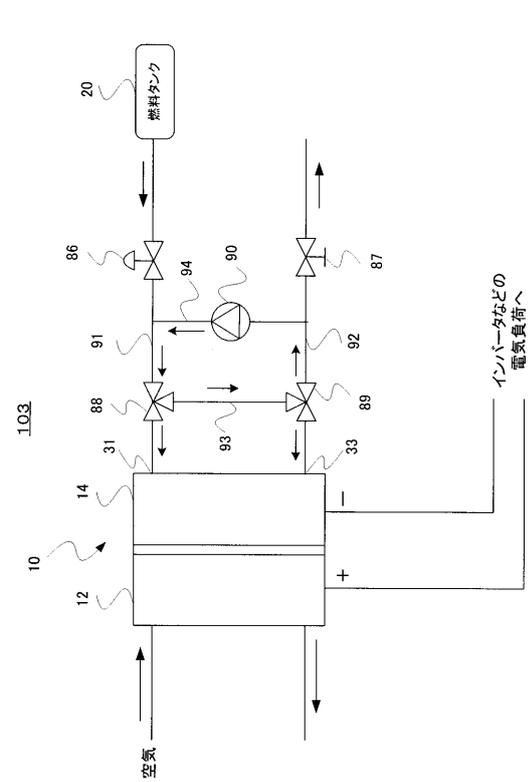
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-100320(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01M 8/04 - 8/06